

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-119518
(P2003-119518A)

(43) 公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
C 2 1 D 9/00		C 2 1 D 9/00	A 3 J 0 6 2
B 2 1 H 3/04		B 2 1 H 3/04	Z 4 K 0 4 2
F 1 6 H 25/24		F 1 6 H 25/24	A
			E

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-312523(P2001-312523)

(22) 出願日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(71) 出願人 000102692

NTN株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72) 発明者 信朝 雅弘

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(72) 発明者 立石 康司

静岡県磐田市東貝塚1578番地 エヌティエヌ株式会社内

(74) 代理人 100095614

弁理士 越川 隆夫

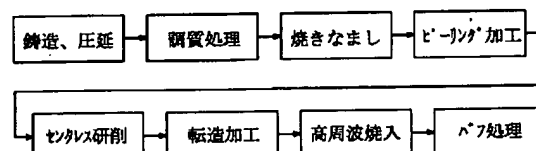
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ボールねじ軸およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】ねじ軸の素材硬度と焼入れ方法を改善し、加工性を低下することなく、ねじ溝加工後、および熱処理後の曲がりやねじ溝のリード誤差やピッチ誤差の少ないボールねじ軸およびその製造方法を提供すること。

【解決手段】素材は鍛造、および圧延工程を経て丸棒材とし、この丸棒材を焼入れ、焼戻し（調質）し、その後、素材のひずみを除去し、加工性を向上させるために軟化処理（焼きなまし）を行う。その後、素材の表面傷を除去するためにピーリング加工を施し、センタレス研削して外径寸法を所望の範囲に仕上げた後、転造ロールを外周面に転接させ、転造加工を行う。さらに、ねじ溝の表面を高周波焼入れにより硬化処理し、最後に、この熱処理によるスケールを除去するためにバフ処理を施す。



【特許請求の範囲】

【請求項1】外周面に螺旋状のボールねじ溝を形成したボールねじ軸において、軸芯部に調質部と、この調質部の外周に焼きなまし層をそれぞれ残し、表面に高周波焼入れによる硬化層を形成したことを特徴とするボールねじ軸。

【請求項2】丸棒材の外周面に螺旋状のねじ溝を転造加工により形成したボールねじ軸の製造方法において、前記丸棒材を調質し、その外周面を焼きなましした後に前記ねじ溝を加工し、このねじ溝の表面を高周波焼入れにより硬化処理したことを特徴とするボールねじ軸の製造方法。

【請求項3】前記ねじ溝を転造加工により形成した請求項2に記載のボールねじ軸の製造方法。

【請求項4】前記調質後の表面硬さをHRC25～35の範囲に設定した請求項2または3に記載のボールねじ軸の製造方法。

【請求項5】前記丸棒材の外周面を高周波誘導加熱により焼きなましした請求項2乃至4いずれかに記載のボールねじ軸の製造方法。

【請求項6】前記焼きなまし後の表面硬さをHRC23以下に設定した請求項2乃至5いずれかに記載のボールねじ軸の製造方法。

【請求項7】前記前記焼きなまし深さを、使用ボール径の1～3倍の範囲に設定した請求項2乃至6いずれかに記載のボールねじ軸の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、搬送装置等に適用されるボールねじ軸、特に、ねじ溝を転造加工により形成した転造ボールねじ軸、およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ボールねじは、ねじ軸の外周面に設けた螺旋状のねじ溝と、ねじ軸に外嵌したナットの内周面に設けた螺旋状のねじ溝との間に複数のボールを配し、ねじ軸（またはナット）の回転動力を、ボールを介してナット（またはねじ軸）の推力に変換するものである。

【0003】ボールねじにおけるねじ軸を精度良く加工する方法として、研削加工による方法と、転造による方法とあり、生産性の面から転造加工の方が優れている。図3に示すように、ねじ軸1には、外周に螺旋状のねじ部2を設けている。このねじ部2は、ローラダイスにより転造したねじ山3とねじ溝4からなる。

【0004】転造ボールねじのねじ軸1は、S55C等の機械構造用炭素鋼で製造することが多い。素材硬度が高いと、転造ロールの寿命が短くなるばかりでなく、転造加工時に割れが発生する等、転造加工が難しいため、通常は焼きなまし、または焼きなまし材料を用いて転造加工を行い、その後、ねじ部2のみを高周波焼入れして

ねじ溝の表面硬さを所望の硬さまで高め、耐摩耗性を向上させるようにしている。

【0005】図4は従来のねじ軸1の製造工程を示すフロー図である。素材は鋳造、および圧延工程を経て丸棒材とする。この素材をA₃点以上に加熱し、大気中で冷却する、所謂焼きなましを行い、材料の結晶粒を微細化して組織を調整する。その後素材の表面傷を除去するためにピーリング加工を施し、センタレス研削して外径寸法を所望の範囲に仕上げた後、転造加工を行う。さらに、ねじ溝4の表面を高周波焼入れによりHRC55～62の範囲に硬化処理し、この熱処理によるスケールを除去するためにバフ処理を施す。最後に、プレス機等で転造加工、および高周波焼入れ工程で生じた変形を矯正するために曲がり矯正を行う。

【0006】ここで、素材の硬度が低いと、転造加工した時の塑性変形による残留応力の影響で、ねじ軸1に曲がりが生じてしまう。さらに、高周波焼入れ後、表面組織のマルテンサイト化により体積変化が起き、ねじ軸1の曲がりが増大する。変形したねじ軸1を搬送装置等のボールねじに適用すると、高速回転時に振れ回りや振動の原因となるため、こうしたねじ軸1の変形を転造加工後や高周波焼入れ後にプレス機等で矯正することが一般的に行われてきた。こうした曲がり矯正によりねじ軸1の振れ回りや振動を抑制することができる反面、ねじ溝4のリードやピッチが狂い、ボールねじの位置決め精度に悪影響を及ぼすことになる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ボールねじにおけるねじ軸1を、焼きなまし、または焼きなまし材料で転造加工をした場合、軸芯部の強度が低いと、外径部の塑性変形域の残留応力に耐えられず、ねじ軸1に曲がりが発生してしまう。また、同様に高周波焼入れした場合も、外径部の高周波焼入れ域の体積膨張による応力により曲がりが発生する。こうした振れ回りや振動の原因となる変形を抑制し、さらには、ねじ溝4のリード誤差やピッチ誤差が少ないねじ軸を転造加工するには限界があった。このため、転造加工されたボールねじ軸は、位置決め精度をあまり必要としない搬送装置等の用途に適用することが一般的であった。

【0008】本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、ねじ軸の素材硬度と焼入れ方法を改善し、加工性を低下することなく、ねじ溝加工後、および熱処理後の曲がりやねじ溝のリード誤差やピッチ誤差の少ないボールねじ軸およびその製造方法を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】係る目的を達成すべく、本発明のうち請求項1に記載の発明は、外周面に螺旋状のボールねじ溝を形成したボールねじ軸において、軸芯部に調質部と、この調質部の外周に焼きなまし層をそれぞ

れ残し、表面に高周波焼入れによる硬化層を形成した構成を採用した。

【0010】このように、軸芯部に調質部を残し、さらにその外周に焼きなまし層を残し、表面に硬化層を形成したため、材料の持つ強度を最大限に高め、ねじ軸に衝撃荷重が作用しても焼きなまし層が緩衝材として機能し、長寿命化を図ることができると共に、表面に硬化層を形成したので、耐摩耗性を有するボールねじ軸を提供することができる。

【0011】また、請求項2に記載の発明のように、丸棒材の外周面に螺旋状のねじ溝を転造加工により形成したボールねじ軸の製造方法において、前記丸棒材を調質し、その外周面を焼きなましした後前記ねじ溝を加工し、このねじ溝の表面を高周波焼入れにより硬化処理したので、ねじ溝の加工性を高めるだけでなく、ねじ溝加工後、および熱処理後の変形を格段に抑制することができ、ねじ溝のリード誤差やピッチ誤差の少ないボールねじ軸を提供することができる。

【0012】好ましくは、請求項3に記載の発明のように、前記ねじ溝を転造加工により形成すれば、生産性を高め、安価で高精度なボールねじ軸を提供することができる。

【0013】また、請求項4に記載の発明のように、前記調質後の表面硬さをHRC25～35の範囲に設定することにより、ねじ溝加工時の残留応力や熱処理時の組織の体積膨張による応力に充分耐え得る強度を有し、変形の少ないボールねじ軸を提供することができる。

【0014】また、請求項5に記載の発明は、前記丸棒材の外周面を高周波誘導加熱により焼きなましすれば、局部加熱ができ、熱処理深さを比較的容易に設定することができる。

【0015】また、請求項6に記載の発明のように、前記焼きなまし後の表面硬さをHRC23以下に設定すれば、ねじ溝の加工性を高めることができる。

【0016】また、請求項7に記載の発明のように、前記前記焼きなまし深さを、使用ボール径の1～3倍の範囲に設定することにより、強度の高い調質部を芯部に残し、加工による変形を抑制すると共に、ねじ溝の加工範囲のみ加工性を向上させた。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図1乃至図3の図面に基いて詳細に説明する。

【0018】ボールねじ軸1は、図3に示すように、外周に螺旋状のねじ部2を設けおり、このねじ部2は、ロールダイスにより転造したねじ山3とねじ溝4からなる。また、ねじ軸1は、S55C等の機械構造用炭素鋼から形成し、ねじ溝4を転造加工後、耐摩耗性を上げ、転がり疲労寿命の向上を図るために、表面にHRC55～62の範囲の硬化層を形成している。

【0019】次に、図1に示す製造工程のフロー図にし

たがって、このねじ軸1の製造方法を説明する。素材は鋳造、および圧延工程を経て丸棒材とし、この丸棒材を焼入れ、焼戻し（調質）し、素材全体の硬さをHRC25～35の範囲に設定する。HRC25未満の硬さでは、ねじ溝4の転造加工時に、その塑性変形域の残留応力に対する耐力が不足し、ねじ軸1に曲がりが生じる。また、硬さがHRC35を超えると、熱処理による変形が増大して好ましくない。

【0020】その後、素材のひずみを除去し、加工性を向上させるために軟化処理、すなわち、A₃点以上30～50℃の範囲で素材を高周波誘導加熱し冷却する、所謂焼きなましを行う。ここで、焼きなまし後の表面硬さをHRC23～素材の生硬さの範囲に設定すれば、次工程の転造加工を容易にすることができ、転造ロールの寿命を向上させることができる。また、焼きなまし深さは、ボールねじに適用するボール径の1～3倍、好ましくは1.2～2倍の範囲に設定すれば、転造加工する範囲を軟化することができ、精度良くねじ溝4を加工することができる。

【0021】その後、素材の表面傷を除去するためにピーリング加工を施し、センタレス研削して外径寸法を所望の範囲に仕上げた後、図示しない転造ロールを外周面に転接させ、転造加工を行う。ここで、予め転造代を残し、旋削でねじ溝を形成すれば、転造による押圧荷重を軽減して曲げ等の変形を抑制することもできる。

【0022】さらに、ねじ溝4の表面を高周波焼入れによりHRC55～62の範囲に硬化処理し、この熱処理によるスケールを除去するためにパフ処理を施す。本発明では、従来の製造工程のように、高周波焼入れによる硬化処理後に、プレス機等で転造加工、および高周波焼入れ工程で生じた変形を矯正するための曲がり矯正を行う必要がなくなる。

【0023】本出願人が検証した実測では、材質がS45Cで、軸径φ28.4、ボール径5/32'（φ3.969）、リード6mmのねじ軸において、従来、ねじ軸中央部での転造後の振れが0.10mm、熱処理後の振れが0.75mmであったのが、本発明の製造方法では、転造後の振れが0.03mm、熱処理後の振れが0.05mmに減少し、顕著な効果を得ることができた。

【0024】図2（a）は本発明に係るねじ軸1の部分断面図、（b）は、（a）のねじ溝4中央部におけるI—I線に沿った横断面図を示している。最外周には、耐摩耗性と、転がり疲労寿命の向上を図るため、高周波焼入れによって硬化層5を形成している。その内周には、転造加工を容易にするため、高周波焼きなましの軟化層6、そして軸芯部には、予め素材の強度を高めるために形成した調質部7があり、3層の硬度分布からなる断面を呈している。なお、ここで、軟化層6は、必要最小限の領域のみを焼きなましし、この領域をすべて高

周波焼入れによって硬化処理しても良い。

【0025】前述したねじ溝4の加工では、転造ロールによる塑性加工を例示したが、これに限らず、研削によるねじ溝加工でも良い。すなわち、素材を調質すれば、表面硬さが上がって切削性が低下し、サイクルタイムが長くなったり、砥石寿命が短くなるという弊害がある。したがって、本発明の製造方法のように、素材を調質した後に、所望の硬さと深さの軟化層を焼きなましによって形成すれば、ねじ溝の加工性を向上させると共に、ねじ溝のリードやピッチ誤差を抑制することができ、高精

度なねじ軸を提供することができる。
【0026】以上、本発明の実施の形態について説明を行ったが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、あくまで例示であって、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、さらに種々なる形態で実施し得ることは勿論のことであり、本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲に記載の均等の意味、および範囲内のすべての変更を含む。

【0027】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明に係るボールねじ軸は、軸芯部に調質部を、さらにその外周に焼きなまし層を残し、表面に硬化層を形成したため、材料の持つ強度を最大限に高め、ねじ軸に衝撃荷重が作用しても焼きなまし層が緩衝材として機能し、長寿命化を図ることができると共に、表面に硬化層を形成したので、耐磨耗性を有するボールねじ軸を提供することができる。

【0028】また、本発明に係るボールねじ軸の製造方法は、丸棒材を調質し、その外周面を焼きなましした後

に前記ねじ溝を加工し、このねじ溝の表面を高周波焼入れにより硬化処理したので、ねじ溝の加工性を高めるだけでなく、ねじ溝加工後、および熱処理後の変形を格段に抑制することができ、ねじ溝のリード誤差やピッチ誤差の少ないボールねじ軸を提供することができる。

【0029】さらに、ねじ溝を転造加工によって形成すれば、生産性が良く、安価なボールねじ軸であっても、研削加工によって形成したものに匹敵する、精度の高いボールねじを提供することができる。したがって、従来、研削ねじでなければ適用できなかった高精度の位置決めを求められる工作機械や高速搬送装置等への適用範囲が拡大する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るボールねじ軸の製造工程を示すフロー図である。

【図2】(a)は本発明に係るボールねじ軸の部分断面図である。(b)は(a)のII-II線に沿った横断面図である。

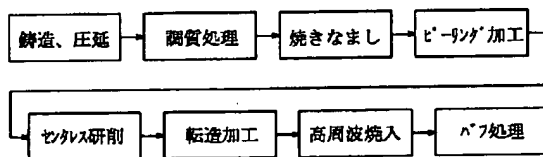
【図3】ボールねじ軸の斜視図である。

【図4】従来のボールねじ軸の製造工程を示すフロー図である。

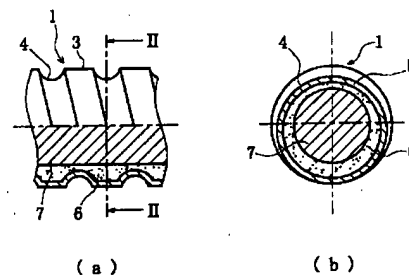
【符号の説明】

- 1 ねじ軸
- 2 ねじ部
- 3 ねじ山
- 4 ねじ溝
- 5 硬化層
- 6 軟化層
- 7 調質部

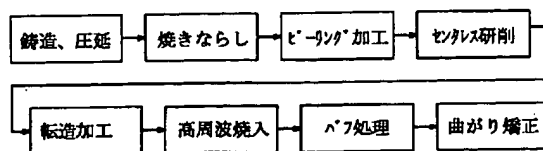
【図1】



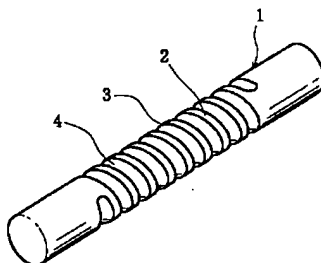
【図2】



【図4】



【図3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J062 AA21 AA27 AB22 AC07 BA01
BA06 BA17 CD02 CD27
4K042 AA14 BA03 BA10 DA01 DA03
DA04 DB01

PAT-NO: JP02003119518A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003119518 A

TITLE: BALL SCREW SHAFT AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

PUBN-DATE: April 23, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
NOBUTOMO, MASAHIRO	N/A
TATEISHI, YASUSHI	N/A

INT-CL (IPC): C21D009/00, B21H003/04, F16H025/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ball screw shaft with a little curve occurrence after heat treatment, gash lead error and pitch error, after forming thread grooves, without lowering the workability, by improving a material hardness of the screw shaft and a hardening method, and provide a manufacturing method therefor.

SOLUTION: This method for manufacturing the ball screw shaft comprises casting and rolling a raw material to make a round bar material, hardening and **tempering** (thermal refining) the round bar material, removing strain in the raw material, softening treating (annealing) it in order to improve workability, then conducting peeling in order to remove **surface** flaw of the raw material, finishing the dimension of the outer diameter into a desired range by centerless grinding, and conducting a form rolling by bringing the forming roll into contact with the outer circumferential face, furthermore, hardening the **surface** of the thread groove by means of high-frequency **induction hardening**, and finally buffing it in order to remove the scale due to the heat treatment.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: This method for manufacturing the ball screw shaft comprises casting and rolling a raw material to make a round bar material, hardening and **tempering** (thermal refining) the round bar material, removing strain in the raw material, softening treating (annealing) it in order to improve workability, then conducting peeling in order to remove **surface** flaw of the raw material, finishing the dimension of the outer diameter into a desired range by

centerless grinding, and conducting a form rolling by bringing the forming roll into contact with the outer circumferential face, furthermore, hardening the **surface** of the thread groove by means of high-frequency **induction hardening**, and finally buffing it in order to remove the scale due to the heat treatment.